

PCTWELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM
Internationales BüroINTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE
INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

(51) Internationale Patentklassifikation 5 : G01J 5/12	A1	(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 91/02229 (43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 21. Februar 1991 (21.02.91)
(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE90/00578 (22) Internationales Anmeldedatum: 27. Juli 1990 (27.07.90) (30) Prioritätsdaten: P 39 25 391.0 1. August 1989 (01.08.89) DE (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): BRAUN AKTIENGESELLSCHAFT [DE/DE]; D-6000 Frankfurt am Main (DE). (72) Erfinder; und (75) Erfinder/Anmelder (nur für US) : SCHMIDT, Hartmut [DE/DE]; Pommernstr. 16, D-6200 Wiesbaden-Nordstadt (DE). BEERWERTH, Frank [DE/DE]; Im Weiherfeld 16, D-6246 Glashütten 2 (DE). MIDDELHOEK, Simon [NL/NL]; John F. Kennedylaan 233, NL-2285 AH Rijswijk (NL). VAN HERWARDEN, Alexander, Willem [NL/NL]; Oranje Plantage 44, NL-2611 TL Delft (NL). SARRO, Pasqualina, Maria [IT/NL]; Van Barenstraat 35, NL-2628 LC Delft (NL).		(74) Gemeinsamer Vertreter: BRAUN AKTIENGESELLSCHAFT; Patentabteilung, Frankfurter Straße 145, D-6242 Kronberg/Taunus (DE). (81) Bestimmungsstaaten: AT (europäisches Patent), BE (europäisches Patent), CA, CH (europäisches Patent), DE*, DE (europäisches Patent)*, DK (europäisches Patent), ES (europäisches Patent), FR (europäisches Patent), GB (europäisches Patent), IT (europäisches Patent), JP, LU (europäisches Patent), NL (europäisches Patent), SE (europäisches Patent), US. Veröffentlicht <i>Mit internationalem Recherchenbericht. Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche zugelassenen Frist. Veröffentlichung wird wiederholt falls Änderungen eintreffen.</i>
(54) Title: THERMOPILE RADIATION DETECTOR		
(54) Bezeichnung: THERMOSÄULEN-STRAHLUNGSDETEKTOR		
(57) Abstract		
<p>A thermopile radiation detector comprises thermoelements developed on a silicon chip. The silicon chip is made by micromechanical processes used in the manufacture of integrated circuits. An originally relatively thick, plate-shaped silicon chip (1) is pared down, leaving a relatively thick border (2) and a relatively thin, meander- or spiral-shaped strip (3) joined at one end (13) only to the border (2). The so-called "cold" thermocontacts are located on the border (2) of the chip (1) in the region of the end (13) of the strip (3) and the so-called "hot" thermocontacts are located on the other, free end (14) of the thin strip (3). As a result of this construction, a relatively large thermoelectric signal is produced for a given infrared radiation even for a relatively small chip surface.</p>		
(57) Zusammenfassung		
<p>Die Erfindung betrifft einen Thermosäulen-Strahlungsdetektor, dessen Thermoelemente auf einem aus Silizium bestehenden Chip ausgebildet sind, wobei der Chip mit mikromechanischen Verfahren hergestellt wird, die auch für die Fertigung von integrierten Schaltkreisen verwendet werden. Nach der Erfindung wird von einem ursprünglich relativ dicken, plattenförmigen, aus Silizium bestehenden Chip (1) derart viel Material abgetragen, daß neben einem relativ dicken Rand (2) nur noch ein relativ dünnes, mäander- oder spiralförmig verlaufendes Band (3) bestehen bleibt, welches nur mit seinem einen Ende (13) an den Rand (2) angelenkt ist. Die sogenannten "kalten" Thermokontakte sind dabei am Rand (2) des Chips (1) im Bereich des einen Endes (13) des Bandes (3) und die sogenannten "heißen" Thermokontakte am anderen, freien Ende (14) des dünnen Bandes (3) angeordnet. Durch den erfindungsgemäßen Aufbau ergibt sich bei gegebener Infrarotstrahlung auch bei einer relativ kleinen Chipfläche noch ein relativ großes thermoelektrisches Signal.</p>		

* Siehe Rückseite

BENENNUNGEN VON "DE"

Bis auf weiteres hat jede Benennung von "DE" in einer internationalen Anmeldung, deren internationaler Anmeldetag vor dem 3. Oktober 1990 liegt, Wirkung im Gebiet der Bundesrepublik Deutschland mit Ausnahme des Gebietes der früheren DDR.

LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Code, die zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AT	Österreich	ES	Spanien	MG	Madagaskar
AU	Australien	FI	Finnland	ML	Mali
BB	Barbados	FR	Frankreich	MR	Mauritanien
BE	Belgien	GA	Gabon	MW	Malawi
BF	Burkina Faso	GB	Vereinigtes Königreich	NL	Niederlande
BG	Bulgarien	GR	Griechenland	NO	Norwegen
BJ	Benin	HU	Ungarn	PL	Polen
BR	Brasilien	IT	Italien	RO	Rumänien
CA	Kanada	JP	Japan	SD	Sudan
CF	Zentrale Afrikanische Republik	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	SE	Schweden
CG	Kongo	KR	Republik Korea	SN	Senegal
CH	Schweiz	LI	Liechtenstein	SU	Sowjet Union
CM	Kamerun	LK	Sri Lanka	TD	Tschad
DE	Deutschland	LU	Luxemburg	TG	Togo
DK	Dänemark	MC	Monaco	US	Vereinigte Staaten von Amerika

- 1 -

Thermosäulen-Strahlungsdetektor

Die Erfindung betrifft einen Thermosäulen-Strahlungsdetektor nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

Thermosäulen-Strahlungsdetektoren bestehen aus mehreren, hintereinander geschalteten Thermoelementen und werden oft zur Intensitätsmessung von Infrarotstrahlung verwendet. Dabei wird bei jedem Thermoelement einem von zwei sogenannten "Thermokontakten", nämlich dem sogenannten "heißen" Thermokontakt, dadurch Wärme zugeführt, daß eine strahlungsempfangende Fläche der Infrarotstrahlung ausgesetzt wird, während der andere, sogenannte "kalte" Thermokontakt vor Bestrahlung geschützt wird. Die Größe des von dem Thermosäulen-Strahlungsdetektor erzeugten thermoelektrischen Signals wächst mit der Intensität der auf die strahlungsempfangende Fläche auftreffenden Infrarotstrahlung.

Grundsätzlich müssen Absorber, Wärmewiderstand und Kühlkörper eines Thermosäulen-Strahlungsdetektors der Art der jeweils nachzuweisenden Infrarotstrahlung angepaßt werden. Im einfachsten Fall dienen die heißen Thermokontakte selbst als Absorber, die Verbindungsleitungen zwischen heißen und kalten Thermokontakten als Wärmewiderstand, während der Kühlkörper aus einem Metallring besteht, der in gutem Wärmekontakt mit den kalten Thermokontakten steht.

Der Absorber sollte so gut wärmeisoliert sein, daß vom Wärmestrom fast nichts an die Umgebung abgegeben wird, so daß dieser über den Wärmewiderstand nahezu vollständig dem Kühlkörper zufließt.

Ein derartiger Thermosäulen-Strahlungsdetektor ist beispielsweise aus der Produktbeschreibung S07 der Fa. Isabellenhütte, Postfach 1453, D-6430 Dillenburg, bekannt. Der dort beschriebene Thermo-

...

säulen-Strahlungsdetektor besteht aus 16 hintereinander geschalteten Cu-CuNi-Thermoelementen, die zwischen zwei Kapton-Folien (Stärke 25-50 μm) eingesiegelt sind. Die heißen Thermokontakte der Thermoelemente sind auf einer kreisförmigen Fläche (6 mm Durchmesser) gleichmäßig verteilt, während die kalten Thermokontakte auf einem Kreis mit 10 mm Durchmesser angeordnet sind.

Dieser Thermosäulen-Strahlungsdetektor liefert dann ein thermoelektrisches Signal, wenn eine Temperaturdifferenz zwischen den innenliegenden (heißen) und den außenliegenden (kalten) Thermokontakten existiert. Die Temperaturdifferenz wird durch die auf die heißen Thermokontakte auftreffende Infrarotstrahlung erzeugt, die in den als Absorber wirkenden Kapton-Folien in Wärme umgewandelt und über einen Wärmewiderstand in eine Wärmesenke (Kühlkörper) abgeführt wird.

Die Herstellung des aus der genannten Produktbeschreibung bekannten Thermosäulen-Strahlungsdetektors ist in Anbetracht der geringen Empfindlichkeit relativ aufwendig und damit teuer.

Aus der Zeitschrift "Measurement", Vol. 6, No. 1, Jan.-Mar. 1988, Seiten 2 ff., ist ein in Dünnschichttechnik hergestellter Thermosäulen-Strahlungsdetektor bekannt, der auf einem aus Silizium bestehenden, sogenannten "Substrat" aufgebracht ist, wobei im folgenden das mit dem Thermosäulen-Strahlungsdetektor versehene Substrat als "Chip" bezeichnet wird. Zur Herstellung des Chips werden aus der Fertigung von integrierten Schaltkreisen und aus der Mikromechanik her bekannte Verfahren, wie beispielsweise anisotropes Ätzen, verwendet.

Die strahlungsempfangende Fläche des aus der Zeitschrift "Measurement" bekannten Thermosäulen-Strahlungsdetektors ist auf einer aus Siliziumnitrit (Si_3N_4) und Quarz (SiO_2) bestehenden Membran angebracht, die durch anisotropes Ätzen hergestellt

...

wird. Zur Erzeugung des thermoelektrischen Signals werden Wismut/Antimon-Thermokontakte verwendet. Dieser Thermosäulen-Strahlungsdetektor hat den Vorteil, daß aufgrund der geringen Wärmeleitfähigkeit der Membran das thermoelektrische Signal relativ hoch ist. Andererseits weist dieser Thermosäulen-Strahlungsdetektor den Nachteil auf, daß er schwierig herzustellen ist und der Chip bei seiner Handhabung während des Fertigungsprozesses leicht beschädigt werden kann. Darüber hinaus weist der für einen derartigen Thermosäulen-Strahlungsdetektor zu verwendende Chip immer noch eine relativ große Fläche von über 9 mm^2 auf.

Aus der Dissertation von P.M. Sarro (Technische Universität Delft in Holland, 1. Oktober 1987) ist ein weiterer Thermosäulen-Strahlungsdetektor bekannt (vgl. z.B. die Seiten 68 und 86), bei der die strahlungsempfangende Fläche nicht mehr auf einer allseits mit dem Substrat mechanisch und damit auch thermisch verbundenen Membran, sondern am Ende eines oder mehrerer im Innenbereich des ansonsten nur noch aus vier Einfassungen bestehenden Substrats sich erstreckenden Ausleger (cantilever beam infrared detector) aufgebracht ist. Dabei ist ein solcher Ausleger erheblich dünner ausgebildet als die vier den Innenbereich des Chips begrenzenden Einfassungen.

Neben den Vorteilen, die darin bestehen, daß er mit aus der Herstellung von integrierten Schaltkreisen her bekannten Standardmethoden herstellbar ist, gibt der aus der vorgenannten Dissertation bekannte Thermosäulen-Strahlungsdetektor bezogen auf die relativ große Chipfläche nur ein relativ kleines thermoelektrisches Signal ab, was angesichts der Tatsache, daß die Größe der Fläche des Chips direkt dessen Preis bestimmt (kleine Chipfläche = niedriger Preis), von Nachteil ist. Ursache für das relativ kleine thermoelektrische Signal ist die im Verhältnis zum Wärmewiderstand des Auslegers zu kleine strahlungsempfangende Fläche.

...

Thermosäulen können auch zur Messung des Druckes für Drucke unterhalb von etwa 10kPa in gasgefüllten Behältern benutzt werden. Der entscheidende Unterschied zu den strahlungsdetektierenden Thermosäulen besteht darin, daß der Wärmewiderstand einer flächenhaften Struktur zum umgebenden Gas als Meßgröße für den sich ändernden Druck des Gases benutzt wird. Hierzu wird die flächenhafte Struktur in der Weise beheizt, daß ein zeitlich konstanter Wärmestrom über den veränderlichen Wärmewiderstand des umgebenden Gases eine Temperaturdifferenz zwischen der flächenhaften Struktur und der Umgebung erzeugt. Diese in der Regel sehr kleine Temperaturdifferenz wird mit einer Thermosäule in ein elektrisches Signal umgewandelt.

Aus der Dissertation von A. W. van Herwaarden (Technische Universität Delft in Holland, 24. Juni 1987, vgl. dort z.B. die Seite 41) und J. Vax. Sci. Techn. A5 2454 (1987)) ist eine Thermosäule zur Druckmessung im Vakuum bekannt, bei der die mit dem Gas in Wärmekontakt stehende Fläche nicht auf einer allseits mit dem Substrat mechanisch und damit auch thermisch verbundenen Membran aufgebracht ist, sondern auf einer im Innenbereich des Chips freischwebenden, an vier Stegen aufgehängten Membran ("floating membrane").

Würde man eine derartige Anordnung als Strahlungsdetektor einsetzen, so wäre dieser dafür ungeeignet, da aufgrund der hohen Anzahl (vier) und der relativ geringen Länge der Stege der Wärmewiderstand zwischen strahlungsempfangender Fläche und Kühlkörper sehr klein ist. Ein kleiner Wärmewiderstand bewirkt aber grundsätzlich eine Verringerung der Empfindlichkeit des Strahlungsdetektors. Da es aber grundsätzlich wünschenswert ist, die gesamte Oberfläche eines Thermosäulen-Strahlungsdetektors und damit auch dessen strahlungsempfangende Fläche klein zu halten, ist bei relativ kleinen Wärmewiderständen kein ausreichend großes thermoelektrisches Signal mehr erhältlich.

...

- 5 -

Es ist daher Aufgabe der Erfindung, einen noch preiswerteren Thermosäulen-Strahlungsdetektor zu schaffen, bei dem zum einen die Chipfläche noch weiter verkleinert wird und der zum anderen ein noch größeres thermoelektrisches Signal abgibt, ohne daß dadurch seine Funktionsfähigkeit beeinträchtigt wird.

Diese Aufgabe wird für einen Thermosäulen-Strahlungsdetektor nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1 durch die in dessen kennzeichnenden Teil enthaltenen Merkmale gelöst.

Dadurch, daß die strahlungsempfangende Fläche am freien Ende eines spiral- oder mäanderförmig verlaufenden dünnen Bandes angeformt und damit über einen Wärmewiderstand äußerst geringer Wärmeleitfähigkeit mit dem Rand des Chips verbunden ist, erhält man einen Thermosäulen-Strahlungsdetektor minimaler Chipfläche, aber guten thermischen Wirkungsgrads, d.h. ein relativ großes thermoelektrisches Signal bei gegebener Infraroteinstrahlung.

Durch den mäander- oder spiralförmigen Verlauf des Bandes ergibt sich der Vorteil, daß der Flächenbedarf für den gesamten Chip geringer ist. Weiterhin kann die strahlungsempfangende Fläche bei spiralförmiger Ausbildung des Bandes im Zentrum des Chip angeordnet werden, was einen einfachen rotationssymmetrischen Aufbau gestattet.

Wählt man ein Band, welches im Vergleich zu den Längsabmessungen der strahlungsempfangenden Fläche eine geringe Breite aufweist (Anspruch 2), so wird dessen Wärmeleitfähigkeit weiter verringert, was den Wirkungsgrad des Thermosäulen-Strahlungsdetektors weiter erhöht.

Dadurch, daß die Leiterbahnen auf dem Band angeordnet sind (Anspruch 3), ergibt sich der Vorteil, daß das Material des Bandes unabhängig von der Wahl der Materialien für die Thermokontakte festlegbar ist.

...

Vorteilhaft ist es, wenn das Band in denjenigen Bereichen, in denen keine Leiterbahnen verlaufen, mit Löchern oder Schlitzen versehen ist (Anspruch 4). Hierdurch wird die Wärmeleitfähigkeit weiter herabgesetzt und das Detektorsignal erhöht. Dies ist sehr wichtig bei Verwendung von monokristallinem Silizium als Bandmaterial, da dieses eine höhere Wärmeleitfähigkeit - was bei geschlossenem Band von Nachteil wäre - als polykristallines Silizium bei besseren mechanischen Eigenschaften (Festigkeit) - was bei geschlossenem Band von Vorteil ist - aufweist.

Zur Erzielung eines geringen Flächenbedarfs für den Gesamtchip und dem damit verbundenen Kostenvorteil wird vorgeschlagen, jeweils die beiden, zu einem Thermokontakt führenden Leiterbahnen auf dem Band übereinander anzuordnen (Anspruch 5), wobei zwischen allen Leiterbahnen eine isolierende Schicht, beispielsweise aus Siliziumoxid (SiO_2) oder Siliziumnitrit (Si_3N_4) liegt. Dabei weist die isolierende Schicht im Bereich der Thermokontakte Öffnungen auf, innerhalb derer sich die beiden Leiterbahnen berühren.

Es ist weiterhin vorteilhaft, daß sowohl für die kalten als auch die heißen Thermokontakte einerseits dotiertes Silizium und andererseits ein Metall als thermoelektrische Materialien verwendet werden (Anspruch 6), da eine derartige Anordnung mit aus der Herstellung von integrierten Schaltkreisen bekannten Standardverfahren (CMOS oder bipolar) hergestellt werden kann.

Wenn man für das Material des Bandes (vgl. Anspruch 7) poly- oder monokristallines oder amorphes Silizium oder Siliziumdioxid (SiO_2) oder Siliziumnitrit (Si_3N_4) wählt, ergibt sich der Vorteil, daß dieses eine besonders geringe Wärmeleitfähigkeit aufweist, was zu einer Erhöhung des thermoelektrischen Signals führt.

...

- 7 -

Wenn man das Band aus monokristallinem, n-dotiertem Silizium (Anspruch 8) herstellt, ergibt sich der Vorteil, daß das Material des Bandes nicht in einem zusätzlichen Verfahrensschritt auf den Wafer aufgebracht werden muß. Die für die Herstellung der strahlungsempfangenden Fläche ohnehin notwendige Epitaxieschicht aus n-dotiertem Silizium dient nämlich gleichzeitig als Grundmaterial für das Band.

Dadurch, daß als thermoelektrische Materialien bei beiden Thermokontakten einerseits p-dotiertes Silizium und andererseits Aluminium verwendet werden (Anspruch 9), lassen sich wiederum Verfahren verwenden, die aus der Herstellung von integrierten Schaltkreisen bekannt sind, wobei der besondere Vorteil in der Temperaturunabhängigkeit des thermoelektrischen Koeffizienten bei geeignet gewählter Dotierung des Siliziums liegt.

Um mit nur einer Maske für die Leiterbahnen und die Kontakte auszukommen, können die zur Reihenschaltung der Thermoelemente dienenden Leiterbahnen aus dem gleichen Material wie die entsprechenden Kontaktflächen der Thermokontakte selbst bestehen (Anspruch 10). Dies führt zu einer Kosteneinsparung, da die Anzahl der Masken vermindert wird und auch im weiteren Herstellungsprozeß ein Fertigungsschritt wegfällt.

Eine Aufhängung der strahlungsempfindlichen Fläche an einem einzigen Band ist nicht einfach durchführbar. Der Schichtenaufbau auf dem Chip muß auf die Materialien und die Schichtdicken abgestimmt sein, da sonst aufgrund innerer Spannungen sich das Band verkrümmen oder verwerfen kann. Ein Thermosäulen-Strahlungsdetektor mit deformierten Bändern ist aber unbrauchbar. Wählt man für eine Anordnung nach Anspruch 5 für das Band, die isolierende Schicht, die Thermokontakte und die Leiterbahnen Materialien nach den Ansprüchen 8-11 und legt man für deren Dimensionierung Abmessungen nach Anspruch 12 zugrunde, so lassen sich die beiden nachstehend beschriebenen Effekte so weitgehend kompensieren, daß Verwerfungen oder Verkrümmungen nicht mehr auftreten.

...

Aus der Dünnschichttechnik ist bekannt, daß Schichten, die durch Bedampfen eines Substrates hergestellt werden, bei der Kondensation beträchtliche Spannungen aufbauen. Grund hierfür ist, daß die Materialien zur Aufdampfung beträchtlich heißer sind als das Substrat; beim Abkühlen werden deshalb z.B. bei Aluminium auf Silizium Zugspannungen auftreten.

Im Gegensatz hierzu entstehen bei der Herstellung der aus SiO_2 bestehenden isolierenden Schicht auf dem Siliziumsubstrat Druckspannungen. Grund hierfür ist, daß das SiO_2 bei höheren Temperaturen (größer als Umgebungstemperatur) auf dem Siliziumsubstrat erzeugt wird. Beim Abkühlen entsteht eine Druckspannung, da der thermische Ausdehnungskoeffizient von SiO_2 wesentlich kleiner als der von Silizium ist.

Um eine flache Ausführung des Thermosäulen-Strahlungsdetektor ohne Verwerfungen zu erreichen, muß deshalb das SiO_2 so dünn wie möglich sein. Weiterhin sollten Dicke und Breite der Aluminiumleiterbahnen so klein wie möglich sein, um die Spannungen zu minimieren.

Es ist weiterhin vorgesehen (Anspruch 13), daß die strahlungsempfangende Fläche kreisförmig ausgebildet und bis in den Bereich der Öffnungen mit einer Infrarotstrahlung gut absorbierenden Schicht, überzogen ist, um die Thermospannung zu erhöhen.

Wird die strahlungsempfangende Fläche mit einer dielektrischen Schicht zur Erhöhung der Absorption oder mit einer Antireflexschicht in Verbindung mit einer geeigneten Dotierung des Basismaterials versehen (Anspruch 14), so ist es möglich, einen Thermosäulen-Strahlungsdetektor mit einer wellenlängenabhängigen Empfindlichkeit herzustellen. Bei einem solchen Thermosäulen-Strahlungsdetektor kann man dann auf eine zusätzliche Verwendung von Filtern zur selektiven Auswahl des interessierenden Wellenlängen-

...

bereichs der einfallenden Strahlung verzichten, was die Herstellung bedeutend verbilligt.

In einer Weiterbildung der Erfindung ist es vorgesehen (Anspruch 15), daß zur Messung der Temperatur des Randes des Chips auf einem seiner Einfassungen ein elektronisches Bauelement angebracht ist, bei welchem sich zumindest eine Materialeigenschaft im bekannten Ausmaß mit dessen Temperatur ändert. Dabei liefert das Bauelement ein Eingangssignal für eine Kompensationsschaltung, um die bei bestimmten Paarungen von thermoelektrischen Kontakten vorhandene Temperaturabhängigkeit der Thermospannung auszugleichen.

Es ist ferner vorteilhaft, auf dem Rand des Chips zusätzlich eine elektronische Schaltung anzuordnen, die das thermoelektrische Signal verstärkt, nötigenfalls linearisiert und/oder temperaturkompensiert (Anspruch 16), um sehr schwache Infrarotstrahlung, die von einem entfernten Objekt emittiert wird, in ein der Temperatur des Objekts proportionales elektrisches Signal mit einer Spannungshöhe in der Größe einiger Volt umzuwandeln.

Im folgenden wird die Erfindung anhand eines Ausführungsbeispiels beschrieben. In der Zeichnung zeigt:

Fig. 1 den schematischen Aufbau des erfindungsgemäßen Thermosäulen-Strahlungsdetektors mit spiralförmigen Band,

Fig. 1a in schematischer Darstellung eine Draufsicht auf einen erfindungsgemäßen Thermosäulen-Strahlungsdetektor mit mäanderförmigem Band,

Fig. 2 einen teilweise dargestellten Schnitt durch die strahlungsempfangende Fläche entlang der in Fig. 1 mit A-A bezeichneten Richtung und in perspektivischer Darstellung den teilweisen Verlauf des Bandes samt der auf ihm angebrachten Leiterbahnen,

...

Fig. 3a und 3b den schematischen Verlauf der beiden auf dem Band angeordneten Leiterbahnen.

Fig. 1 zeigt einen quadratisch ausgebildeten Chip 1 aus monokristallinem, p-dotiertem Silizium mit einer Gesamtdicke im Bereich von $300-750\mu\text{m}$, der auf seiner ganzen Oberfläche mit einer Schicht aus n-dotiertem Silizium mit einer Dicke von $5-10\mu\text{m}$ versehen und dessen Rand mit 2 bezeichnet ist. Der Chip 1 läßt sich mit aus der Fertigung von integrierten Schaltkreisen bekannten Methoden herstellen und dient als Ausgangsprodukt (Substrat) für die Fertigung des erfindungsgemäßen Thermosäulen-Strahlungsdetektor. Die Breite und die Länge des Chips 1 betragen jeweils etwa 2 mm, so daß er etwa eine Fläche von 4 mm^2 aufweist.

Ebenfalls wieder mittels aus der Herstellung von integrierten Schaltkreisen bekannter mikromechanischer Verfahren, beispielsweise Ätzen, wird der ursprünglich als quadratischer Quader ausgebildete Chip 1 so weiterbearbeitet, daß er an seinem Rand 2 nur noch aus vier Einfassungen $2'$, $2''$, $2'''$, $2''''$ mit einer unveränderten Dicke von $300-750\mu\text{m}$ besteht, die ein Rechteck begrenzen. Um zumindest schematisch die räumliche Struktur des Chips 1 erkennbar zu machen, ist die in der Fig. 1 vorne rechts verlaufende Einfassung $2'$ des Chips 1 aufgebrochen dargestellt, obgleich alle vier Einfassungen $2'$, $2''$, $2'''$, $2''''$ des quadratischen Chips 1 durchgehend ausgebildet sind.

Nach Anwendung weiterer, entsprechender mikromechanischer Verfahren verbleibt an der Einfassung $2'$ ein rechtswinklig angelenktes und dann ein dreimal in Richtung des Uhrzeigersinns rechtwinklig abgeknicktes Band 3, das vollkommen aus monokristallinem, n-dotiertem Silizium besteht. Dem freien Ende des Bandes 3 ist ein scheibenförmiger Körper angeformt, auf welchem durch weitere Verfahrensschritte die strahlungsempfangende Fläche 4 erzeugt

...

- 11 -

wird. Die Dicke des Bandes 3 und des scheibenförmigen Körpers liegt in der Größenordnung von $5\mu\text{m}$, so daß von dem ursprünglich etwa $300\text{--}780\mu\text{m}$ dicken Substrat ein beträchtlicher Anteil entfernt, beispielsweise also weggeätzt ist. Das etwa $130\mu\text{m}$ breite Band 3 ist so entlang den Einfassungen 2', 2'', 2''', 2'''' geführt, daß zwischen der betreffenden Einfassung und dem Band 3 ein Spalt 5 vorhanden ist.

In einer weiteren Ausführungsform der Erfindung kann das Band 3 geschlitzt, gelocht oder mit anderen Aussparungen versehen sein. Die so vorgenommene Materialabtragung hat den Zweck, die thermische Leitfähigkeit des Bandes 3 weiter herabzusetzen, ohne daß dessen mechanische Stabilität entscheidend beeinträchtigt wird.

In einer weiteren, in Fig. 1a gezeigten Ausführung der Erfindung kann das Band mäanderförmig ausgebildet sein. Wie bei einer spiralförmigen Ausbildung kommen dabei wiederum dieselben erfindungswesentlichen Vorteile zum Tragen, nämlich, daß bei einer großen Länge des Bandes und gleichzeitig minimalem Platzbedarf ein Thermosäulen-Strahlungsdetektor mit einer hohen Empfindlichkeit entsteht. Die strahlungsempfangende Fläche liegt hierbei außerhalb der Mitte des Chips, was dann von Vorteil sein kann, wenn man diese bewußt außerhalb der Symmetrieachse des Chips anbringen will. Dies ist z. B. dann der Fall, wenn nur die außerhalb seiner Symmetrieachse auf den Thermosäulen-Strahlungsdetektor einfallende Strahlung gemessen werden soll.

In Fig. 1a sind die einander entsprechenden Elemente des Thermosäulen-Strahlungsdetektors mit den gleichen Bezugszeichen wie in Fig. 1 bezeichnet.

Fig. 2 zeigt den prinzipiellen Aufbau der heißen Thermokontakte des Thermosäulen-Strahlungsdetektors. Über den gesamten Verlauf des Bandes 3 sind in das n-dotierte Siliziummaterial insgesamt

...

sechs parallel zueinander verlaufende, rinnenförmige Einlagerungen 6 mit p-dotiertem Silizium angeordnet. Die Einlagerungen 6 erstrecken sich von dem scheibenförmigen Körper über das diesem zugewandte Ende 14 des Bandes 3 entlang des gesamten Bandes 3 über das dem Rand 2 zugewandte Ende 13 des Bandes 3 bis zur Einfassung 2' des Chips 1. Das eingelagerte, p-dotierte Silizium bildet Leiterbahnen 10b (vgl. Fig. 3b), von denen auf dem Band 3 insgesamt sechs angeordnet sind und von denen in Fig. 2 lediglich deren Enden 7 erkennbar sind.

Die Herstellung des p-dotierten Siliziums in den Einlagerungen 6 erfolgt mit bekannten Methoden, beispielsweise Diffusions- oder Ionenimplantationsverfahren.

Weiter ist aus Fig. 2 ersichtlich, daß über dem Band 3 jeweils außer im Bereich der Schnittstelle A-A vorhandener Öffnungen 8 eine etwa $0,15\mu\text{m}$ dicke, elektrisch isolierende Schicht 9 aus Siliziumdioxid (SiO_2) angebracht ist, deren Breite etwa der Breite des Bandes 3 entspricht. Die Öffnungen 8 haben den Zweck, daß dort die Enden 15 weiterer, aus Aluminium bestehender und auf der isolierenden Schicht 9 verlaufender Leiterbahnen 10a (vgl. auch Fig. 3a) mit den entsprechenden Enden 7 der aus p-dotiertem Silizium bestehenden Leiterbahnen 10b in elektrischen Kontakt gelangen. Die derart entstehende elektrische Verbindung zwischen den Leiterbahnen 10a und 10b bildet den heißen Thermokontakt der Thermoelemente, von denen in Fig. 2 nur drei von insgesamt sechs vorhandenen gezeigt sind. Die Dicke bzw. maximale Dicke der Leiterbahnen 10a und 10b beträgt etwa $0,6\mu\text{m}$, ihre Breite bzw. maximale Breite etwa $12\mu\text{m}$.

Schneidet man das Band 3 längs der in Fig. 1 mit B-B' bezeichneten Richtung, so erhält man ein Schnittbild, das mit dem längs der Richtung A-A' weitgehend identisch ist und dessen Elemente ebenfalls wieder mit einem Ionen- oder einem Diffusionsverfahren

...

- 13 -

erzeugt werden. Der einzige Unterschied besteht darin, daß die Einfassung 2' wesentlich dicker (zwischen $300\text{-}750\mu\text{m}$) ist als die strahlungsempfangende Fläche 4 (Dicke etwa $5\mu\text{m}$). Die Anordnung am Übergang vom Band 3 zu der ersten Einfassung 2' enthält dabei die kalten Thermokontakte des Thermosäulen-Strahlungsdetektors.

In den Fig. 3a und 3b ist der Verlauf der Leiterbahnen 10a und 10b schematisch dargestellt, die sich längs des Bandes 3 erstrecken. Im Ausführungsbeispiel nach den Fig. 1 und 2 handelt es sich dabei um jeweils sechs Leiterbahnen. Die Leiterbahnen 10a und 10b werden mittels einer ersten und zweiten Kontaktfahne 11 und 12 elektrisch kontaktiert, wobei die erste Kontaktfahne 11 mit einer aus Aluminium bestehenden Leiterbahn 10a und die zweite Kontaktfahne 12 mit einer aus p-dotiertem Silizium bestehenden Leiterbahn elektrisch verbunden ist. Damit weist der beschriebene Thermosäulen-Strahlungsdetektor sechs hintereinander geschaltete, aus einer Kombination von p-dotiertem Silizium und Aluminium bestehenden Thermoelemente auf.

In weiteren Ausführungsformen der Erfindung können die Thermokontakte aus anderen Elementen, z.B. n-dotiertem Polysilizium oder Gold, bestehen. Weiterhin können Teile des Chips 1 (z.B. das Band 3) zur Reduzierung der thermischen Leitfähigkeit aus Polysilizium oder anderen Materialien, z.B. Siliziumdioxid (SiO_2) oder Siliziumnitrit (Si_3N_4), aufgebaut sein.

Um möglichst viel Strahlungsenergie aus der einfallenden Infrarot-Strahlung zu absorbieren, wird die gesamte strahlungsempfangende Fläche 4 mit einer nicht dargestellten Schicht überzogen, die beispielsweise aus Ruß oder in einer anderen Ausführungsform zur wellenlängenselektiven Absorption aus einer dielektrischen Schicht oder aus dielektrischem Material besteht, welches im infraroten Strahlungsbereich antireflexive Eigenschaften aufweist. Weiterhin in den Figuren nicht dargestellt ist ein den

...

- 14 -

Chip 1 umgebendes Gehäuse, welches mit einem Schutzgas, beispielsweise Xenon, gefüllt und nach außen gasdicht verschlossen ist.

Darüber hinaus kann auf der Einfassung 2' des Randes 2 des Chips 1 eine Diode, ein Widerstand oder ein anderes Element angeordnet sein, um an dieser Stelle die Temperatur messen zu können. Dabei nutzt man die Tatsache aus, daß die genannten Bauelemente Materialeigenschaften besitzen, die sich in bekanntem Ausmaß mit der Temperatur ändern. Die Einfassung 2' kann darüber hinaus noch mit einer elektronischen Schaltung versehen werden, die das Sensorsignal verstärkt, nötigenfalls temperaturkompensiert und/oder linearisiert.

...

Patentansprüche

1. Thermosäulen-Strahlungsdetektor mit mehreren elektrisch in Reihe geschalteten und auf einem aus Silizium bestehenden Chip ausgebildeten Thermoelementen, wobei von dem ursprünglich plattenförmigen Chip derart Silizium abgetragen ist, daß neben einem durch mehrere Einfassungen gebildeten Rand, der einen Körper hoher Wärmekapazität bildet, nur noch ein mit dem Rand verbundener, sich im Innern der Einfassungen erstreckender und als Wärmewiderstand wirkender Vorsprung bestehen bleibt, dessen Dicke erheblich unterhalb der des Randes liegt und an dessen mit dem Rand verbundenen Ende die kalten Thermokontakte und an dessen freiem Ende die heißen Thermokontakte der Thermoelemente ausgebildet sind und eine strahlungsempfangende Fläche angeformt ist, wobei die heißen und kalten Thermokontakte durch Leiterbahnen elektrisch miteinander verbunden sind,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
daß der Vorsprung als mäander- oder spiralförmig verlaufendes Band (3) ausgebildet ist.
2. Thermosäulen-Strahlungsdetektor nach Anspruch 1,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
daß das Band (3) im Vergleich zu den Längsabmessungen der strahlungsempfangenden Fläche (4) eine geringe Breite aufweist.
3. Thermosäulen-Strahlungsdetektor nach Anspruch 1,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
daß die Leiterbahnen (10a, 10b) auf dem Band (3) angeordnet sind.

...

4. Thermosäulen-Strahlungsdetektor nach Anspruch 3,
dadurch gekennzeichnet,
daß das Band (3) in denjenigen Bereichen, in denen keine
Leiterbahnen (10a, 10b) verlaufen, mit Löchern oder Schlitten
versehen ist.
5. Thermosäulen-Strahlungsdetektor nach Anspruch 3,
dadurch gekennzeichnet,
daß jeweils die beiden, zu einem Thermokontakt führenden
Leiterbahnen (10a, 10b) auf dem Band (3) übereinander ange-
ordnet sind, wobei zwischen allen Leiterbahnen (10a, 10b)
eine isolierende Schicht (9) liegt, und daß die isolierende
Schicht (9) im Bereich der kalten und heißen Thermokontakte
Öffnungen (8) aufweist, innerhalb derer sich die Enden (15,
7) der beiden Leiterbahnen (10a, 10b) berühren.
6. Thermosäulen-Strahlungsdetektor nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
daß sowohl für die kalten als auch die heißen Thermokontakte
einerseits dotiertes Silizium und andererseits ein Metall als
thermoelektrische Materialien verwendet werden.
7. Thermosäulen-Strahlungsdetektor nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
daß das Band (3) aus Silizium, Siliziumoxid (SiO_2) oder aus
Siliziumnitrit (Si_3N_4) besteht.
8. Thermosäulen-Strahlungsdetektor nach Anspruch 5,
dadurch gekennzeichnet,
daß das Band (3) aus monokristallinem, n-dotiertem Silizium
besteht.

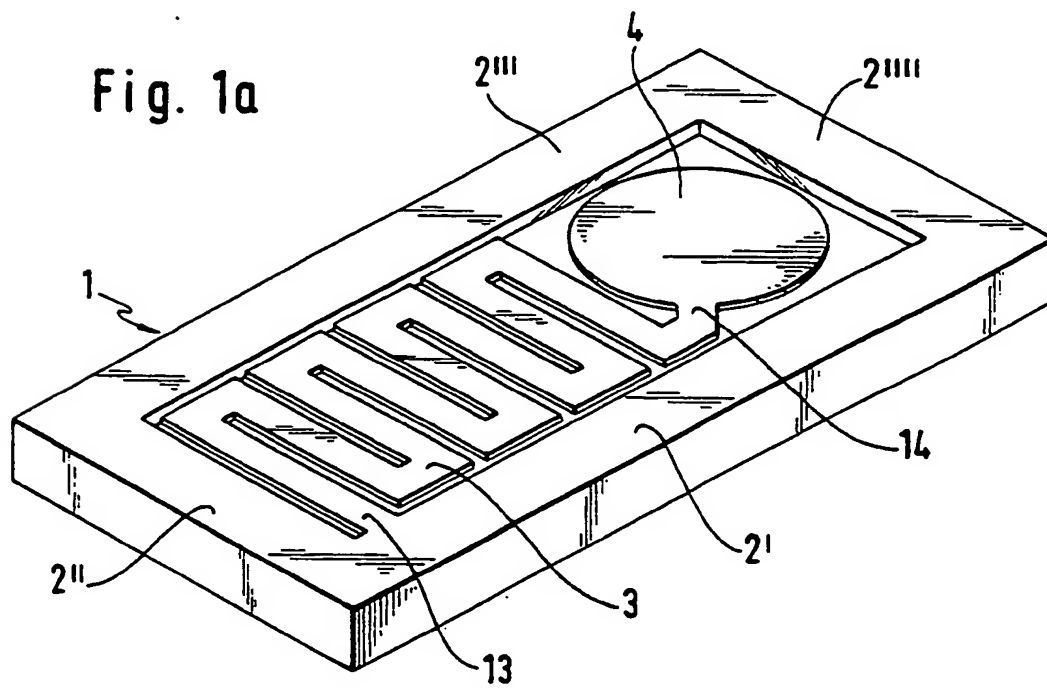
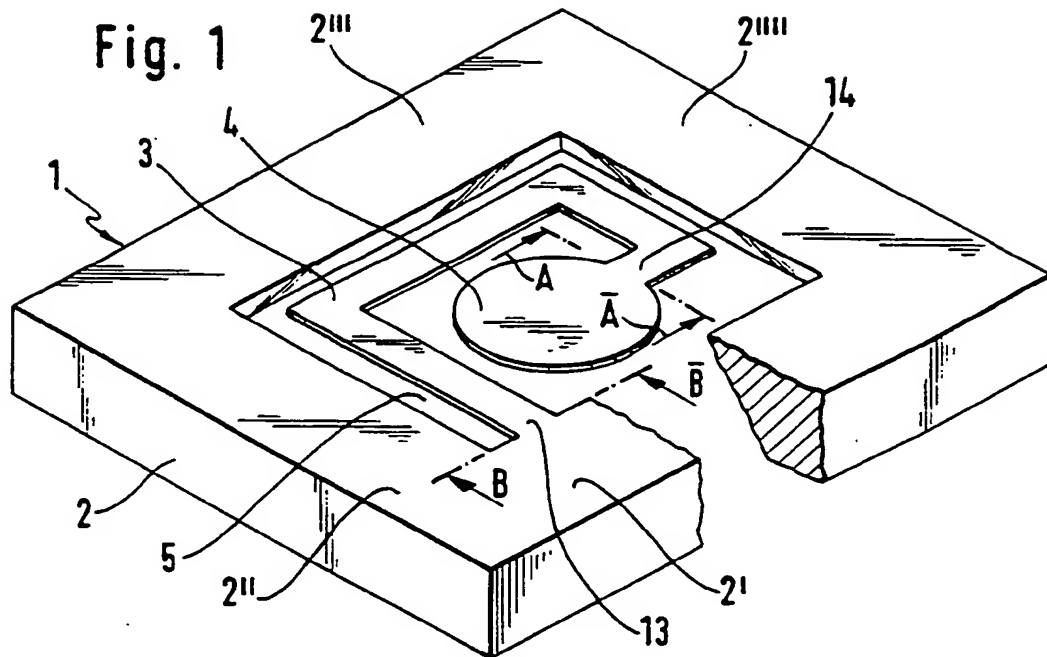
9. Thermosäulen-Strahlungsdetektor nach Anspruch 5,
dadurch gekennzeichnet,
daß als thermoelektrische Materialien bei beiden Thermokontakten einerseits p-dotiertes Silizium (7) und andererseits Aluminium (15) verwendet werden.
10. Thermosäulen-Strahlungsdetektor nach Anspruch 5,
dadurch gekennzeichnet,
daß die zur Reihenschaltung der Thermoelemente dienenden Leiterbahnen (10a, 10b) aus dem gleichen Material wie die entsprechenden Kontaktflächen (15, 7) der Thermokontakte selbst bestehen.
11. Thermosäulen-Strahlungsdetektor nach Anspruch 5,
dadurch gekennzeichnet,
daß die isolierende Schicht (9) aus Siliziumdioxid (SiO_2) besteht.
12. Thermosäulen-Strahlungsdetektor nach den Ansprüchen 8 bis 11,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Dicke der isolierenden Schicht (9) etwa $0,15\mu\text{m}$, die Dicke der Leiterbahnen (10a, 10b) etwa $0,6\mu\text{m}$, deren Breite etwa $12\mu\text{m}$, die Dicke des Bandes (3) etwa $5\mu\text{m}$, dessen Breite etwa $130\mu\text{m}$ und daß der Durchmesser der strahlungsempfangenden Fläche (4) etwa $500\mu\text{m}$ beträgt.
13. Thermosäulen-Strahlungsdetektor nach Anspruch 5,
dadurch gekennzeichnet,
daß die strahlungsempfangende Fläche (4) kreisförmig ausgebildet und bis in den Bereich der Öffnungen (8) derart ausgebildet ist, daß sie die auf sie auftreffende Infrarotstrahlung gut absorbiert.

...

14. Thermosäulen-Strahlungsdetektor nach Anspruch 12,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
daß die strahlungsempfangende Fläche (4) mit einer Schicht
aus Ruß, mit einer absorbierenden dielektrischen Schicht oder
mit einer dielektrischen Antireflexbeschichtung überzogen
ist, wobei in letzterem Fall die strahlungsempfangende Fläche
(4) selbst durch entsprechende Dotierung ein hohes Absorb-
tionsvermögen erhält.
15. Thermosäulen-Strahlungsdetektor nach Anspruch 1,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
daß zur Messung der Temperatur des Randes (2) des Chips (1)
auf einer seiner Einfassungen (2', 2'', 2''', 2''') ein elektro-
nisches Bauelement angebracht ist, bei welchem sich zumindest
eine Materialeigenschaft im bekannten Ausmaß mit dessen Tem-
peratur ändert.
16. Thermosäulen-Strahlungsdetektor nach Anspruch 15,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
daß auf dem Rand (2) des Chips (1) zusätzlich eine elektro-
nische Schaltung angeordnet ist, die das thermoelektrische
Signal verstärkt, nötigenfalls linearisiert und/oder tempera-
turkompensiert.

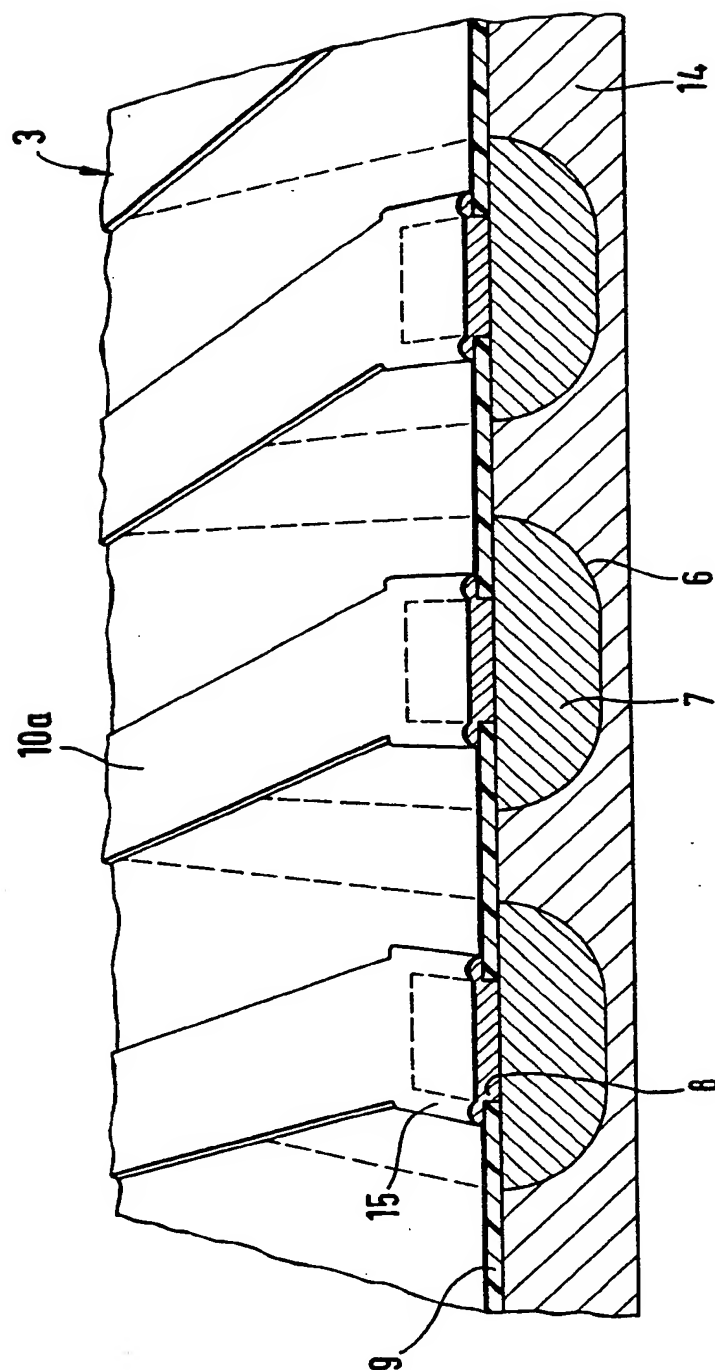
...

1 / 3



2 / 3

Fig. 2



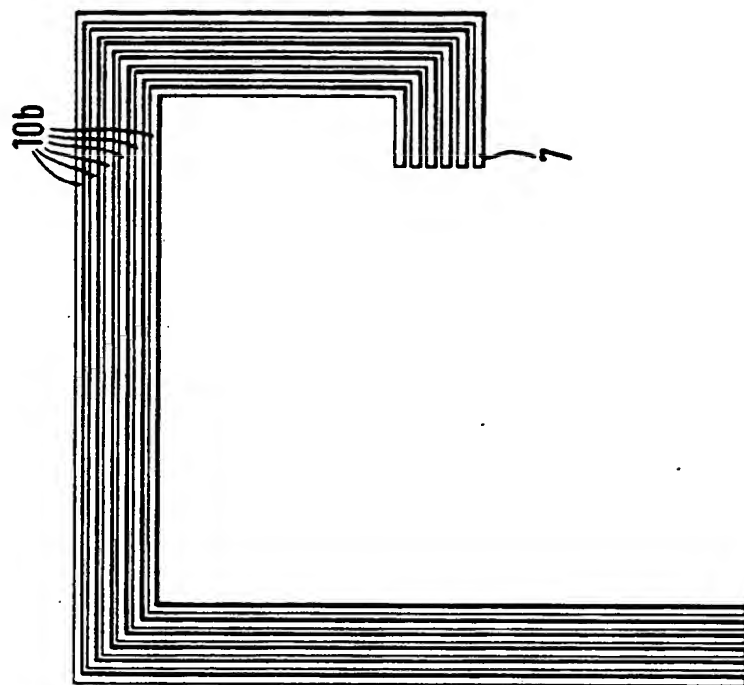


Fig. 3b

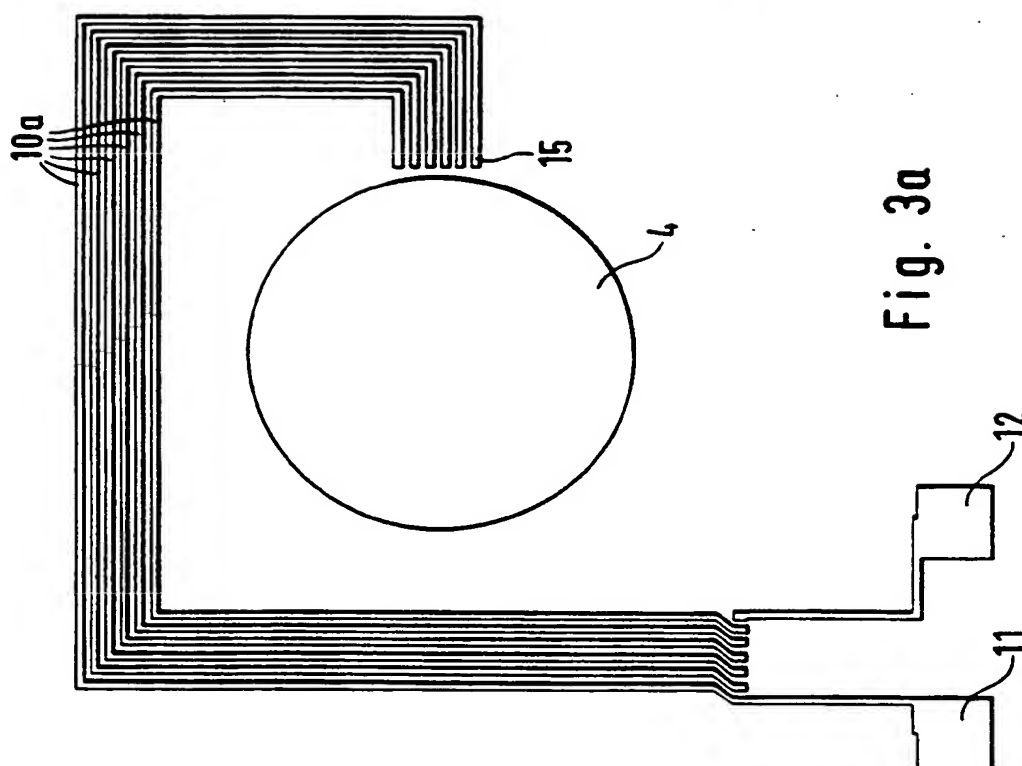


Fig. 3a

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No PCT/DE 90/00578

I. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER (if several classification symbols apply, indicate all) ⁶		
According to International Patent Classification (IPC) or to both National Classification and IPC		
IPC5: G 01 J 5/12		
II. FIELDS SEARCHED		
Minimum Documentation Searched ⁷		
Classification System	Classification Symbols	
IPC5	G 01 J	
Documentation Searched other than Minimum Documentation to the Extent that such Documents are Included in the Fields Searched ⁸		
III. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT ⁹		
Category [*]	Citation of Document, ¹¹ with indication, where appropriate, of the relevant passages ¹²	Relevant to Claim No. ¹³
A	US, A, 4558342 (NATHAN SCLAR) 10 December 1985 see claim 1 ---	1
A	FR, A, 2064584 (LABORATOIRES D'ELECTRONIQUE ET DE PHYSIQUE APPLIQUEES) 23 July 1971 see claims 1-5 ---	1
A	Sensors and Actuators, vol. 14, No. 2, June 1988, Elsevier Sequoia, (Lausanne, CH), P.M. Sarro et al.: "An integrated thermal infrared sensing array", ./.	1
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <p>[*] Special categories of cited documents: ¹⁰</p> <p>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>"E" earlier document but published on or after the international filing date</p> <p>"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</p> <p>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p> </div> <div style="width: 45%;"> <p>"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step</p> <p>"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.</p> <p>"&" document member of the same patent family</p> </div> </div>		
IV. CERTIFICATION		
Date of the Actual Completion of the International Search		Date of Mailing of this International Search Report
18 October 1990 (18.10.90)		12 December 1990 (12.12.90)
International Searching Authority		Signature of Authorized Officer
EUROPEAN PATENT OFFICE		

III. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT (CONTINUED FROM THE SECOND SHEET)		
Category *	Citation of Document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to Claim No
	pages 191-201, see page 191, abstract --	
A	IEEE Transactions on Electron Devices, vol. ED-33, No. 1, January 1986, IEEE, I.H. Choi et al.: "A silicon-thermopile- based infrared sensing array for use in automated manufacturing", pages 72-79, see pages 74-76 --	1
A	IEEE Transactions on Electron Devices, vol. ED-29, No. 1, January 1982, IEEE, G.R. Lahiji et al.: "A batch-fabricated silicon thermopile infrared detector", pages 14-22, see pages 17-20 --	1
A	Measurement, vol. 6, No. 1, January-March 1988, (London, GB), W. Meinel et al.: "Multijunction thin-film radiation thermopile sensors", see pages 2-4, (cited in the application) -----	1

**ANNEX TO THE INTERNATIONAL SEARCH REPORT
ON INTERNATIONAL PATENT APPLICATION NO.**

DE 9000578
SA 38745

This annex lists the patent family members relating to the patent documents cited in the above-mentioned international search report.
The members are as contained in the European Patent Office EDP file on 07/12/90
The European Patent Office is in no way liable for these particulars which are merely given for the purpose of information.

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US-A- 4558342	10-12-85	None	
FR-A- 2064584	23-07-71	None	

EPO FORM 1049

For more details about this annex : see Official Journal of the European Patent Office, No. 12/82

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen PCT/DE 90/00578

I. KLASSIFIKATION DES ANMELDUNGSGEGENSTANDS (bei mehreren Klassifikationssymbolen sind alle anzugeben) ⁵ Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC Int.Cl. ⁵ G 01 J 5/12														
II. RECHERCHIERTE SACHGEBIETE <div style="text-align: center; margin-top: 10px;">Recherchierter Mindestprüfstoff⁷</div> <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 30%; border: none;">Klassifikationssystem</td> <td style="border: none;">Klassifikationssymbole</td> </tr> <tr> <td style="border: 1px solid black; padding: 5px;">Int.Cl.⁵</td> <td style="border: 1px solid black; padding: 5px;">G 01 J</td> </tr> </table> <div style="text-align: center; margin-top: 10px;">Recherchierte nicht zum Mindestprüfstoff gehorende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Sachgebiete fallen⁸</div>			Klassifikationssystem	Klassifikationssymbole	Int.Cl. ⁵	G 01 J								
Klassifikationssystem	Klassifikationssymbole													
Int.Cl. ⁵	G 01 J													
III. EINSCHLÄGIGE VERÖFFENTLICHUNGEN⁹ <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <th style="width: 10%; border: none;">Art*</th> <th style="width: 70%; border: none;">Kennzeichnung der Veröffentlichung¹¹, soweit erforderlich unter Angabe der maßgeblichen Teile¹²</th> <th style="width: 20%; border: none;">Betr. Anspruch Nr.¹³</th> </tr> <tr> <td style="border: 1px solid black; text-align: center; vertical-align: top; padding: 5px;">A</td> <td style="border: none; padding: 5px;">US, A, 4558342 (NATHAN SCLAR) 10. Dezember 1985 siehe Patentanspruch 1 --</td> <td style="border: 1px solid black; text-align: center; vertical-align: top; padding: 5px;">1</td> </tr> <tr> <td style="border: 1px solid black; text-align: center; vertical-align: top; padding: 5px;">A</td> <td style="border: none; padding: 5px;">FR, A, 2064584 (LABORATOIRES D'ELECTRONIQUE ET DE PHYSIQUE APPLIQUEES) 23. Juli 1971 siehe Patentansprüche 1-5 --</td> <td style="border: 1px solid black; text-align: center; vertical-align: top; padding: 5px;">1</td> </tr> <tr> <td style="border: 1px solid black; text-align: center; vertical-align: top; padding: 5px;">A</td> <td style="border: none; padding: 5px;">Sensors and Actuators, Band 14, Nr. 2, Juni 1988, Elsevier Sequoia, (Lausanne, CH), P.M. Sarro et al.: "An integrated thermal infrared sensing array",</td> <td style="border: 1px solid black; text-align: center; vertical-align: top; padding: 5px;">1</td> </tr> </table>			Art*	Kennzeichnung der Veröffentlichung ¹¹ , soweit erforderlich unter Angabe der maßgeblichen Teile ¹²	Betr. Anspruch Nr. ¹³	A	US, A, 4558342 (NATHAN SCLAR) 10. Dezember 1985 siehe Patentanspruch 1 --	1	A	FR, A, 2064584 (LABORATOIRES D'ELECTRONIQUE ET DE PHYSIQUE APPLIQUEES) 23. Juli 1971 siehe Patentansprüche 1-5 --	1	A	Sensors and Actuators, Band 14, Nr. 2, Juni 1988, Elsevier Sequoia, (Lausanne, CH), P.M. Sarro et al.: "An integrated thermal infrared sensing array",	1
Art*	Kennzeichnung der Veröffentlichung ¹¹ , soweit erforderlich unter Angabe der maßgeblichen Teile ¹²	Betr. Anspruch Nr. ¹³												
A	US, A, 4558342 (NATHAN SCLAR) 10. Dezember 1985 siehe Patentanspruch 1 --	1												
A	FR, A, 2064584 (LABORATOIRES D'ELECTRONIQUE ET DE PHYSIQUE APPLIQUEES) 23. Juli 1971 siehe Patentansprüche 1-5 --	1												
A	Sensors and Actuators, Band 14, Nr. 2, Juni 1988, Elsevier Sequoia, (Lausanne, CH), P.M. Sarro et al.: "An integrated thermal infrared sensing array",	1												
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <p>* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen¹⁰:</p> <p>"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist</p> <p>"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist</p> <p>"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)</p> <p>"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht</p> <p>"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist</p> </div> <div style="width: 50%;"> <p>"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist</p> <p>"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden</p> <p>"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist</p> <p>"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist</p> </div> </div>														
IV. BESCHEINIGUNG <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 50%; border: none;">Datum des Abschlusses der internationalen Recherche 18. Oktober 1990</td> <td style="width: 50%; border: none;">Absendedatum des internationalen Recherchenberichts 12. 12. 90</td> </tr> <tr> <td style="border: none;">Internationale Recherchenbehörde Eur päisches Patentamt</td> <td style="border: none;">Unterschrift des bevollmächtigten Beauftragten R.J. Eernisse </td> </tr> </table>			Datum des Abschlusses der internationalen Recherche 18. Oktober 1990	Absendedatum des internationalen Recherchenberichts 12. 12. 90	Internationale Recherchenbehörde Eur päisches Patentamt	Unterschrift des bevollmächtigten Beauftragten R.J. Eernisse								
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche 18. Oktober 1990	Absendedatum des internationalen Recherchenberichts 12. 12. 90													
Internationale Recherchenbehörde Eur päisches Patentamt	Unterschrift des bevollmächtigten Beauftragten R.J. Eernisse													

III. EINSCHLÄGIGE VERÖFFENTLICHUNGEN (Fortsetzung von Blatt 2)		
Art *	Kennzeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der maßgeblichen Teile	Betr. Anspruch Nr.
	Seiten 191-201, siehe Seite 191, Zusammenfassung	
	--	
A	IEEE Transactions on Electron Devices, Band ED-33, Nr. 1, Januar 1986, IEEE, I.H. Choi et al.: "A silicon-thermopile- based infrared sensing array for use in automated manufacturing", Seiten 72-79, siehe Seiten 74-76	1
	--	
A	IEEE Transactions on Electron Devices, Band ED-29, Nr. 1, Januar 1982, IEEE, G.R. Lahiji et al.: "A batch-fabricated silicon thermopile infrared detector", Seiten 14-22, siehe Seiten 17-20	1
	--	
A	Measurement, Band 6, Nr. 1, Januar-März 1988, (London, GB), W. Meinel et al.: "Multijunction thin-film radiation thermopile sensors", siehe Seiten 2-4, (In der Anmeldung erwähnt)	1

ANHANG ZUM INTERNATIONALEN RECHERCHENBERICHT ÜBER DIE INTERNATIONALE PATENTANMELDUNG NR.

DE 9000578
SA 38745

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten internationalen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.
Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am 07/12/90
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US-A- 4558342	10-12-85	Keine	
FR-A- 2064584	23-07-71	Keine	

FTO FORM 10473

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

THIS PAGE BLANK (USPTO)

1 / 3

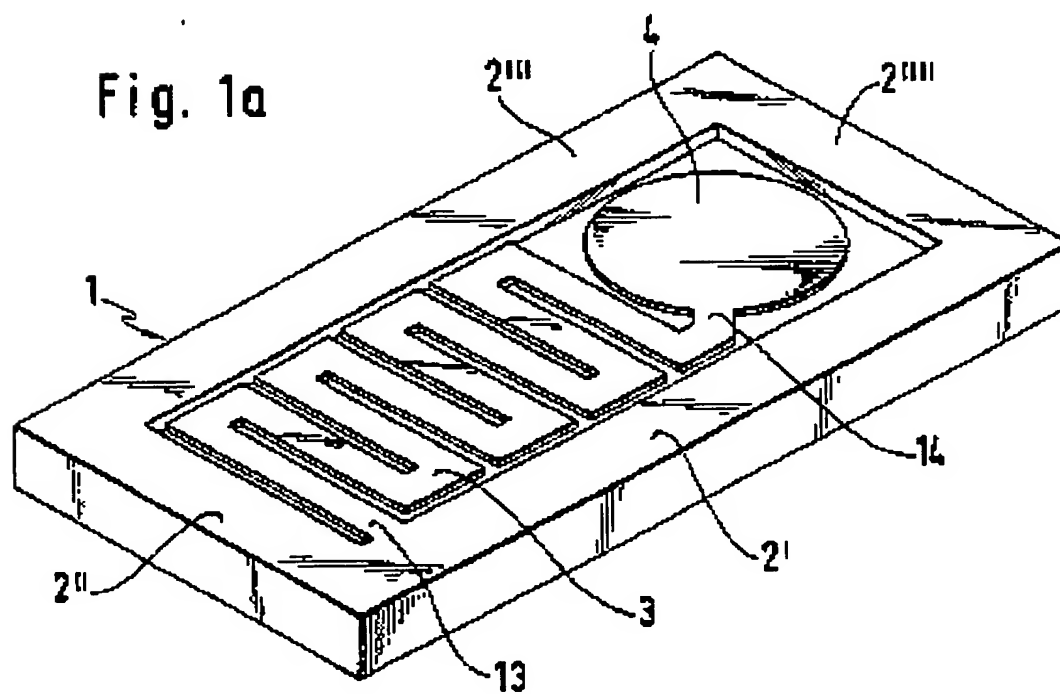
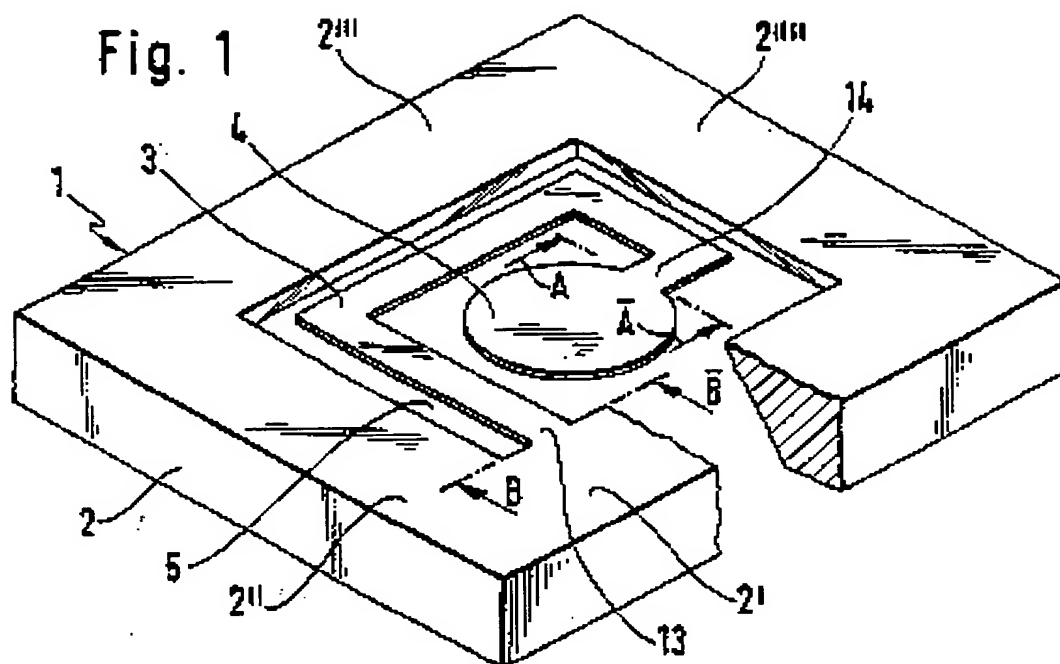
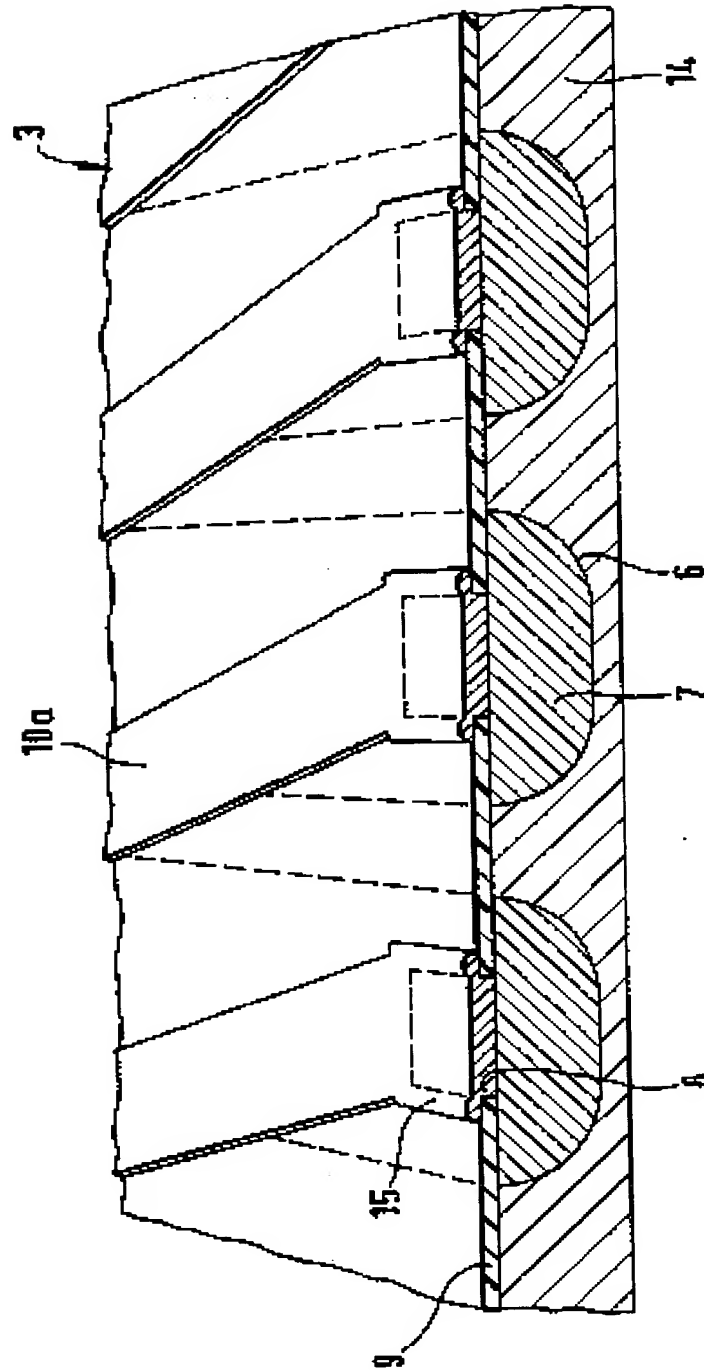


Fig. 2



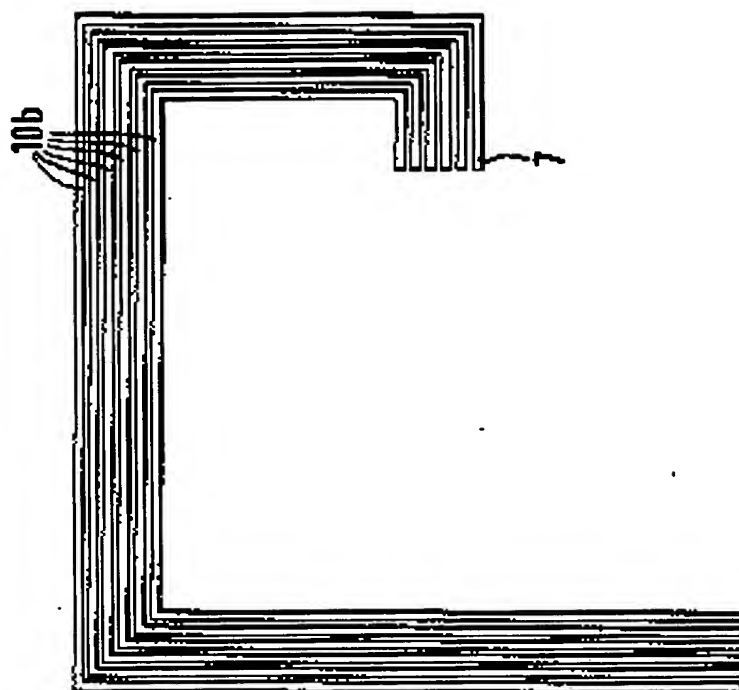


Fig. 3b

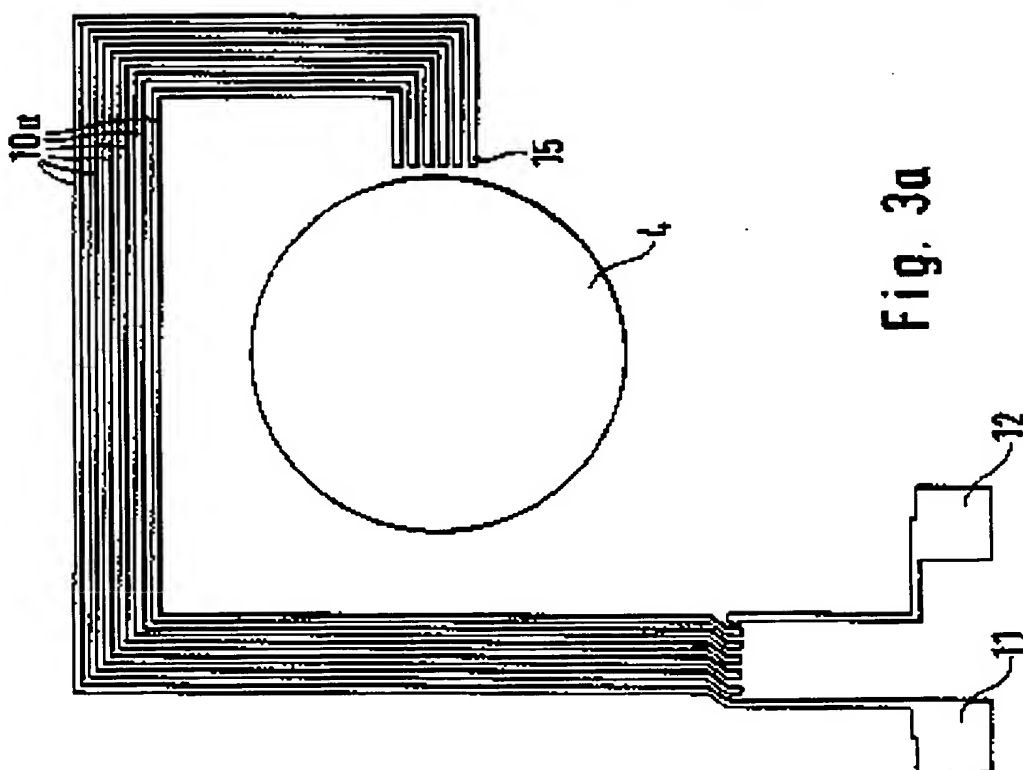


Fig. 3a

THIS PAGE BLANK (USPTO)